

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-159827

(43)公開日 平成6年(1994)6月7日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

F 2 5 B 7/00

識別記号

庁内整理番号

A 7409-3L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全5頁)

(21)出願番号 特願平4-318024

(22)出願日 平成4年(1992)11月27日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 吉田 雄二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 田頭 寛

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 中谷 和生

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 松田 正道

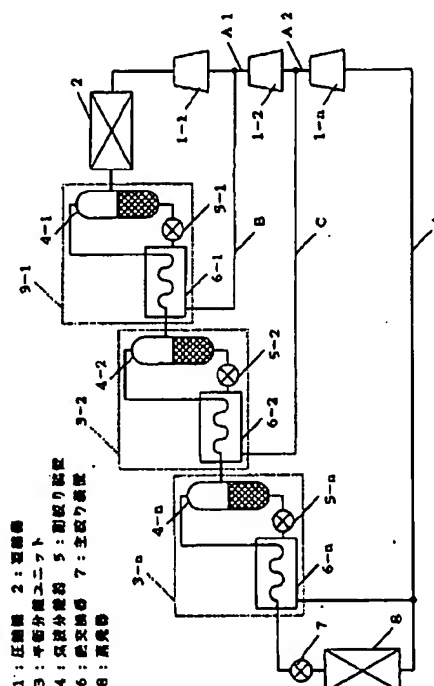
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超低温装置

(57)【要約】

【目的】 小型でかつ高効率な、混合冷媒を用いた超低温装置を提供することを目的とする。

【構成】 冷媒流路Aにn段の圧縮機1を直列に連結し、その1段目の圧縮機の吐出側に凝縮器2を接続し、気液分離器4にて気相成分、液相成分に分離し、その分離した各成分を熱交換器6にて熱交換させる平衡分離ユニット3について、1段目の平衡分離ユニットの気液分離器4が凝縮器2の出口に接続され、2段目～n段目の平衡分離ユニットの気液分離器4が前段の平衡分離ユニットの熱交換器6の気相成分を凝縮せしめた出口に接続され、最終段の平衡分離ユニットの熱交換器6の気相成分を凝縮せしめた出口には、主絞り装置7と蒸発器8が接続され、さらにその蒸発器8の出口はn段目の圧縮機1の吸入側に接続され、各平衡分離ユニット3の熱交換器6の液相成分側出口は、圧縮機1の各吸入側に接続されていることを特徴とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 凝縮器にて凝縮された混合冷媒を気液分離器にて気相成分、液相成分に分離し、その分離した各成分を熱交換器にて熱交換させる平衡分離ユニットを複数段有し、その平衡分離ユニットの段数と同数の圧縮機を冷媒流路に直列に有し、前記各平衡分離ユニットの熱交換器の液相成分側出口は、それぞれ前記各圧縮機の吸入側に一対一で接続されていることを特徴とする超低温装置。

【請求項2】 冷媒流路に $n$ 段の圧縮機 $i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) を直列に連結し、その1段目の圧縮機の吐出側に凝縮器を接続し、気液分離器にて気相成分、液相成分に分離し、その分離した各成分を熱交換器にて熱交換させる平衡分離ユニット $j$  ( $j=1,2,\dots,n$ ) について、1段目のその平衡分離ユニットの気液分離器が前記凝縮器の出口に接続され、2段目～ $n$ 段目の前記平衡分離ユニットの気液分離器が前段の前記平衡分離ユニットの熱交換器の気相成分を凝縮せしめた出口に接続され、最終段の前記平衡分離ユニットの熱交換器の気相成分を凝縮せしめた出口には、主絞り装置と蒸発器が接続され、さらにその蒸発器の出口は前記 $n$ 段目の圧縮機の吸入側に接続され、前記各平衡分離ユニット $j$ の熱交換器の液相成分側出口は、前記圧縮機 $i$ の各吸入側に接続されていることを特徴とする超低温装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、超低温を得るための装置に関し、詳しくは複数種の冷媒からなる混合冷媒を利用した超低温装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より超低温を得るための装置として、複数種の冷媒からなる混合冷媒を用いた図2のような超低温装置が知られている。図2において、圧縮機10から吐出された混合冷媒は、凝縮器2において部分凝縮される。また平衡分離ユニット3 (1,2,...,n) は、気液分離器4 (1,2,...,n) と、その気液分離器4の頂部から導かれる気相成分と気液分離器4の底部から導かれる液相成分とを副絞り装置5 (1,2,...,n) により減圧せしめた成分を熱交換させる熱交換器6 (1,2,...,n) とから構成されている。

【0003】 ここで、1段目の平衡分離ユニット3-1については、その気液分離器4-1は凝縮器2の出口に接続されており、2段目～ $n$ 段目 (図2では $n=3$ で例示) の平衡分離ユニット3-2, ..., 3- $n$ については、その気液分離器4-2, ..., 4- $n$ は、前段の平衡分離ユニット3-1, ..., 3- $n-1$ の熱交換器6-1, ..., 6- $n-1$ の気相成分を凝縮せしめた出口と接続されている。そして最終段の平衡分離ユニット3- $n$ の熱交換器6- $n$ の気相成分を凝縮せしめた出口には、主絞り装置7と蒸発器8がその順に接続されている。さらにその蒸発器8の出口および各平衡

2

分離ユニット3-1, 2, ...,  $n$ の熱交換器6-1, 2, ...,  $n$ の液相成分側出口は、それぞれ合流されて上記圧縮機10の吸入側に接続されている。

【0004】 かかる従来の超低温装置では、凝縮器2に接続された気液分離器4-1、および前段の熱交換器6-1, ...,  $n-1$  出口に接続された気液分離器4-2, ...,  $n$  において分離される高沸点成分の多い液相成分は、副絞り装置5-1, 2, ...,  $n$  により減圧されて寒冷を発生し、気相成分を部分凝縮せしめて圧縮機10の吸入側に帰還される。このため、気液分離器4-1, 2, ...,  $n$  で分離される低沸点成分の多い気相成分は、順次濃縮され、最終段の熱交換器6- $n$ の気相成分を凝縮せしめた出口では、ほとんど混合冷媒の低沸点成分のみとなる。そして、この最終段の低沸点成分は、主絞り装置7により減圧され、蒸発器8において超低温を発生させることが可能となる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記した従来の超低温装置は、超低温を得る機能については満足できるものの、以下のような課題があった。

【0006】 第1には、複数種の冷媒からなる混合冷媒を用いることによって、蒸発器8において負圧になることなく超低温を発生し、凝縮器2側では高沸点成分が混合された混合冷媒が循環するため合理的な高圧の範囲に抑制され、圧縮機10は1台の圧縮機でも機能を発揮することは可能ではあるが、圧縮比としては実用上の限界に近いものであり、機器の運転効率が低いことである。

【0007】 第2には、圧縮機10のシリンダ容積は吸入される冷媒の比容積で決まるが、圧縮機10の吸入側は、超低温を得た最低圧力において、すべての混合冷媒が合流されて吸入されるため、超低温を得るのに直接寄与しない高沸点成分の吸入も行う必要があり、これらの高沸点成分は最低圧力において比容積が飛躍的に大きくなるため、超低温の冷却性能に比べて、相対的に大きな圧縮機10を用いなければならないことである。

【0008】 第3には、各平衡分離ユニット3-1, 2, ...,  $n$ の副絞り装置5-1, 2, ...,  $n$ で減圧される高沸点成分は、圧縮機10の吸入側となる最低圧力まで減圧されるため、気相成分の凝縮に利用される潜熱割合が小さく、各熱交換器6-1, 2, ...,  $n$ の小型化を図れないことである。

【0009】 本発明は、以上のような従来の超低温装置における課題を考慮し、小型化が図れ、かつ運転効率の高い超低温装置を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明は、凝縮器にて凝縮された混合冷媒を、気液分離器にて気相成分、液相成分に分離し、その分離した各成分を熱交換器にて熱交換させる平衡分離ユニットを複数段有し、その平衡分離ユニットの段数と同数の圧縮機を冷媒流路に直列に有し、前記各平衡分離ユニットの熱交換器の液相成分側出口は、それぞれ前記各圧縮機の吸入側に一対一で接続され

ている超低温装置である。

【0011】その超低温装置の冷媒流路上の接続構成は、例えば、冷媒流路に $n$ 段の圧縮機 $i$  ( $i=1,2,\dots,n$ )を直列に連結し、その1段目の圧縮機の吐出側に凝縮器を接続し、気液分離器にて気相成分、液相成分に分離し、その分離した各成分を熱交換器にて熱交換させる平衡分離ユニット $j$  ( $j=1,2,\dots,n$ )について、1段目のその平衡分離ユニットの気液分離器が前記凝縮器の出口に接続され、2段目～ $n$ 段目の前記平衡分離ユニットの気液分離器が前段の前記平衡分離ユニットの熱交換器の気相成分を凝縮せしめた出口に接続され、最終段の前記平衡分離ユニットの熱交換器の気相成分を凝縮せしめた出口には、主絞り装置と蒸発器が接続され、さらにその蒸発器の出口は前記 $n$ 段目の圧縮機の吸入側に接続され、前記各平衡分離ユニット $j$ の熱交換器の液相成分側出口は、前記圧縮機 $i$ の各吸入側に接続されている。

【0012】

【作用】本発明の超低温装置では、凝縮器に接続された、および前段の熱交換器出口に接続された各平衡分離ユニット $j$  ( $j=1,2,\dots,n$ )の気液分離器において分離される高沸点成分の多い液相成分は寒冷を発生し、気相成分を部分凝縮せしめて圧縮機 $i$  ( $i=1,2,\dots,n$ )の各吸入側に個別に帰還される。このため、気液分離器で分離される低沸点成分の多い気相成分は順次濃縮され、最終段の熱交換器の気相成分を凝縮せしめた出口では、ほとんど混合冷媒の低沸点成分のみとなり、この最終段の低沸点成分は、主絞り装置により減圧され、蒸発器において超低温を発生させる。そして、この蒸発器の出口冷媒および最終段の平衡分離ユニットの熱交換器の液相成分側出口冷媒のみが $n$ 段目の圧縮機で吸入され、その圧縮機の下流側に連結された圧縮機 $i-1$ では、平衡分離ユニット $j-1$ の熱交換器の液相成分側出口冷媒と、上記 $n$ 段目の圧縮機から吐出される冷媒のみが合流して圧縮される。このように、連結された $n$ 個の圧縮機 $i$ は、各平衡分離ユニット $j$ の熱交換器の液相成分側出口冷媒で冷却されるため、それぞれ小さな圧縮比で運転することができ、それにより、圧縮機全体として機器の運転効率を高めることが可能となる。

【0013】また、超低温を得るのに直接寄与しない高沸点成分については、各圧縮機 $i$ は、各平衡分離ユニット $j$ で気相成分を凝縮するのに用いた高沸点成分のみしか吸収しないため、全体のシリンダ容積としては相対的に小さな圧縮機構成とすることが可能となる。さらに、各平衡分離ユニット $j$ で減圧される高沸点成分は、小さな圧縮比で減圧されるため、気相成分の凝縮に利用される潜熱割合が大きく、それにより、各熱交換器の小型化を図ることも可能となる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。

【0015】図1は、複数種のフロン冷媒からなる混合冷媒を用いた超低温装置の構成図である。同図において、2から8の各構成要素は、図2に示した従来例の2から8のそれと同一である。冷媒流路Aには、平衡分離ユニット3の段数と同数の $n$ 個の圧縮機1 ( $-1,2,\dots,n$ )が直列に連結されており、その1段目の圧縮機1-1から吐出された混合冷媒は、凝縮器2において部分凝縮されるようになっている。

【0016】また、平衡分離ユニット3 ( $-1,2,\dots,n$ )は、気液分離器4 ( $-1,2,\dots,n$ )と、その気液分離器4の頂部から導かれる気相成分と気液分離器4の底部から導かれる液相成分とを副絞り装置5 ( $-1,2,\dots,n$ )により減圧せしめた成分を熱交換させる熱交換器6 ( $-1,2,\dots,n$ )とから主として構成されている。その1段目の平衡分離ユニット3-1の気液分離器4-1は、上記凝縮器2の出口に接続されており、2段目～ $n$ 段目(図1では $n=3$ で例示)の平衡分離ユニット3-2,  $\dots, n$ については、その気液分離器4-2,  $\dots, n$ は、前段の平衡分離ユニット3-1,  $\dots, n-1$ の熱交換器6-1,  $\dots, n-1$ の気相成分を凝縮せしめた出口と接続されている。そして最終段の平衡分離ユニット3- $n$ の熱交換器6- $n$ の気相成分を凝縮せしめた出口には、主絞り装置7と蒸発器8が接続されている。さらにその蒸発器8の出口および最終段の平衡分離ユニット3- $n$ の熱交換器6- $n$ の液相成分側出口は、圧縮機1- $n$ の吸入側に接続されている。

【0017】また、各平衡分離ユニット3の熱交換器6の液相成分側出口は、圧縮機1吐出側かつ圧縮機吸入側となる位置に一对一で接続されている。その一对一に接続されているとは、平衡分離ユニット3-1の熱交換器6-1の液相成分出口は、圧縮機1-1と1-2とを接続している流路A1に接続されており、平衡分離ユニット3-2の熱交換器6-2の液相成分出口は、圧縮機1-2と1- $n$ とを接続している流路A2にそれぞれ対応して接続されていることを意味する。なお、図中Bは熱交換器6-1と流路A1とを接続している流路であり、Cは熱交換器6-2と流路A2とを接続している流路である。

【0018】このような構成を有する超低温装置の動作を以下に説明する。

【0019】かかる超低温装置においては、凝縮器2に接続された平衡分離ユニット3-1および前段の熱交換器6-1,  $\dots, n-1$ 出口に接続された各平衡分離ユニット3-2,  $\dots, n$ について、その気液分離器4-1, 2,  $\dots, n$ において分離される高沸点成分の多い液相成分は、副絞り装置5-1, 2,  $\dots, n$ により減圧されて寒冷を発生し、気相成分を部分凝縮せしめて圧縮機1-1, 2,  $\dots, n$ の吸入側にそれぞれ個別に帰還される。このため、気液分離器4-1, 2,  $\dots, n$ で分離される低沸点成分の多い気相成分は、順次濃縮され、最終段の熱交換器6- $n$ の気相成分を凝縮せしめた出口では、ほとんど混合冷媒の低沸点成分のみとなる。そして、この最終段の低沸点成分は、主絞り装置7によ

5

り減圧され、蒸発器8において超低温を発生させる。

【0020】次いで、その蒸発器8出口の冷媒と、最終段の平衡分離ユニット3-nの熱交換器6-nの液相成分側出口の冷媒のみが圧縮機1-nで吸入される。また、その圧縮機1-nの下流側に連結された圧縮機1-(n-1)では、各平衡分離ユニット3-(n-1)の熱交換器6-(n-1)の液相成分側出口の冷媒と、圧縮機1-nから吐出される冷媒のみが合流して圧縮される。さらにその下流側に連結された圧縮機についても上記と同様、熱交換器6の液相成分出口の冷媒と、上流側圧縮機1から吐

出される冷媒のみが合流して圧縮される。  
【0021】このように、連結されたn個の圧縮機1は、各平衡分離ユニット3の熱交換器6の液相成分側出口冷媒で冷却されながら、それぞれ小さな圧縮比で運転できるため、圧縮機全体としての運転効率を高めることが可能となるものである。

【0022】また、超低温を得るのに直接寄与しない高沸点成分については、各平衡分離ユニット3で気相成分を凝縮するのに用いた高沸点成分のみが個別に各圧縮機1に合流されるため、圧縮機1における全体のシリンダ容積としては、相対的に小さくすることができ、小型の圧縮機で構成することが可能となる。さらには、各平衡分離ユニット3の副絞り装置5にて減圧される高沸点成分は、小さな圧縮比で減圧されるため、気相成分の凝縮に利用される潜熱割合が大きく、したがって各熱交換器6の小型化を図ることも可能になる。

【0023】なお図1の実施例では、n個の圧縮機1をそれぞれ単体で機能するものとして図示したが、これに限らず、例えば一つのシェル内に設けられ、一つのモータによって駆動されるn個のシリンダ(圧縮機)を連結

6

したような構成であってもよい。

【0024】また、本発明の超低温装置は、超低温試験装置、試験体、食料品などの長期保存のためのフリーザー、真空成膜装置のコールドトラップ等に適用することができる。

【0025】

【発明の効果】以上説明したことから明らかなように、本発明の超低温装置は、蒸発器において超低温を発生させるに際して、連結されたn個の圧縮機は、全体として機器の運転効率を高めることができ、全体のシリンダ容積については相対的に小さな圧縮機構成にすることができるという利点を有する。

【0026】また、各平衡分離ユニットにおける熱交換器の小型化も可能となり、それにより装置全体の小型化を図ることができるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

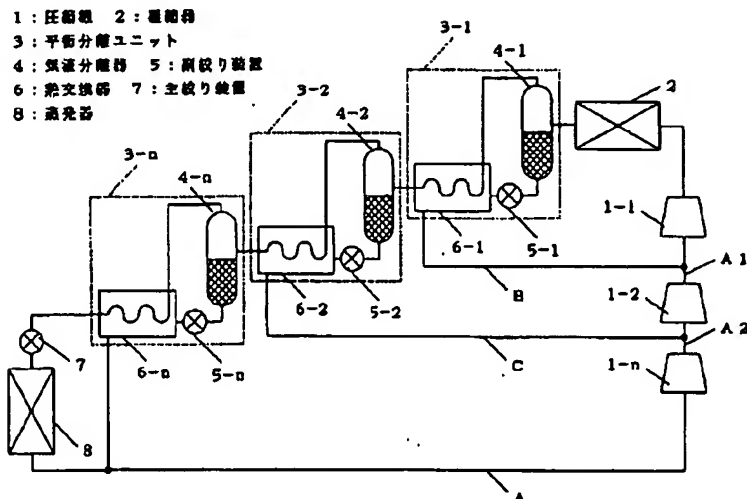
【図1】本発明の一実施例の超低温装置の構成図である。

【図2】従来例の超低温装置の構成図である。

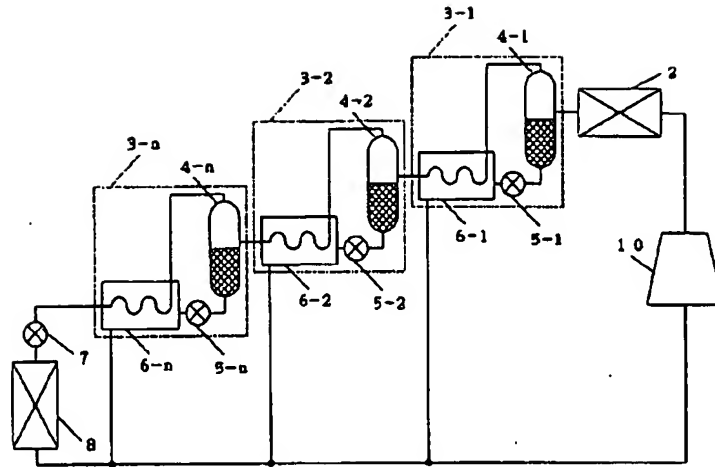
【符号の説明】

- 1 圧縮機
- 2 凝縮器
- 3 平衡分離ユニット
- 4 気液分離器
- 5 副絞り装置
- 6 熱交換器
- 7 主絞り装置
- 8 蒸発器
- A 冷媒流路

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 船倉 正三  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

PAT-NO: JP406159827A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06159827 A  
TITLE: CRYOGENIC APPARATUS  
PUBN-DATE: June 7, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YOSHIDA, YUJI

TAGASHIRA, MINORU

NAKATANI, KAZUO

FUNAKURA, SHOZO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04318024

APPL-DATE: November 27, 1992

INT-CL (IPC): F25B007/00

US-CL-CURRENT: 62/50.5

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a cryogenic apparatus which uses a mixed refrigerant, is compact and highly efficient.

CONSTITUTION: To a refrigerant line A n-stage compressors 1 are connected in series and a condenser 2 is connected to the discharge side of the first stage compressor. The refrigerant is separated into a gas-phase component and a liquid-phase component by a gas-liquid separator 4 and the separate components undergo heat exchange in heat exchangers (6-1 to 6-n) respectively in equilibrium separation units (3-1 to 3-n). The gas-liquid separator (4-1 to

4-n) of the first stage equilibrium separation unit is connected to the outlet of the condenser 2; the gas-liquid separator (4-1 to 4-n) of each of the second to (n) stage equilibrium separation units is connected to the outlet of the heat exchanger (6-1 to 6-n), in which gas-phase component has been condensed, of the equilibrium separation unit (3-1 to 3-n) of the preceding stage. A main throttle 7 and an evaporator 8 are connected to the outlet of the heat exchanger (6-1 to 6-n), in which gas-phase component has been condensed, of the equilibrium separation unit (3-1 to 3-n) of the last stage. The outlet of the evaporator 8 is connected to the suction side of the compressor 1 of the (n-th) stage; the outlet on the side of the liquid phase component of each of the heat exchangers (6-1 to 6-n) of the equilibrium separation units (3-1 to 3-n) is connected correspondingly to the suction side of the compressors 1.

COPYRIGHT: (C)1994, JPO&Japio